Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Serie A (Biologie)

Herausgeber:

Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, D-7000 Stuttgart 1

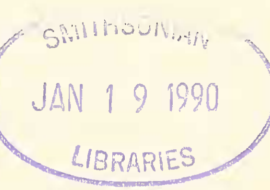
Stuttgarter Beitr. Naturk.	Ser. A	Nr. 433	18 S.	Stuttgart, 15. 8. 1989

Vergleichend-funktionsmorphologische Untersuchungen des Paarungsverhaltens von *Platynopoda* und *Mesotrichia* (Hymenoptera: Xylocopini)

Comparative Studies on the Mating Behaviour of *Platynopoda* and *Mesotrichia* (Hymenoptera: Xylocopini); a Study of Form and Function

Von Till Osten, Stuttgart

Mit 5 Abbildungen und 8 Tafeln



Summary

Observations on male territories and mating behaviour of *Platynopoda tenuiscapa* (Westwood) are described from a natural habitat (Sri Lanka).

Convergent mating behaviour in *Mesotrichia torrida* (Westwood) living in Africa, is discussed.

The conspicuous morphological structures in the first leg of the males of *Platynopoda perforator* Smith, *P. tenuiscapa* (Westwood) and *P. latipes* (Drury) are discussed under functional morphological and evolutionary aspects. Comparable structures in other Apidae (Megachilinae) and Sphecidae (Crabroninae) are mentioned.

Zusammenfassung

Das Revierverhalten der Männchen und die Kopula von *Platynopoda tenuiscapa* (Westwood) wird im natürlichen Habitat (Sri Lanka) untersucht.

Konvergente Paarungsmodi bei *Mesotrichia torrida* (Westwood) in Afrika werden diskutiert.

Die auffälligen Umgestaltungen des 1. Beinpaares der Männchen von *Platynopoda perforator* Smith, *P. tenuiscapa* (Westwood) und *P. latipes* (Drury) werden funktionsmorphologisch und evolutionsbiologisch interpretiert. Auf vergleichbare Sonderbildungen bei anderen Apidae (Megachilinae) und Sphecidae (Crabroninae) wird hingewiesen.

Inhalt

1. Einleitung

Die Holzbienen (Xylocopini) sind in den letzten Jahren zu einem beliebten Untersuchungsobjekt geworden. Der Grund dafür liegt zum einen darin, daß sie uns fast modellhaft den Übergang von solitärer zu sozialer Lebensweise vorführen (zuletzt: VELTHUIS & GERLING 1983; BLOM & VELTHUIS 1988). Zum anderen sind sie schon wegen ihrer Körpergröße [*Xylocopa (Platynopoda) tenuiscapa* (Westwood) 3 cm] ein geeignetes Beobachtungsobjekt im Freiland. Neben den Untersuchungen von Nestbau, Eiablage und Larvenaufzucht der Weibchen (zuletzt: GERLING, HURD Jr. & HEFETZ 1981; CAMILLO & CAROFALO 1982; VELTHUIS, WOLF & GERLING 1984) hat das Territorialverhalten, die Partnerwahl und das Kopulationsverhalten der Männchen das Interesse der ethologisch orientierten Entomologen geweckt (zuletzt: DE CARMARGO & VELTHUIS 1979; VELTHUIS & GERLING 1980; BARROWS 1983; ALCOCK & SMITH 1987).

Für meine eigenen Untersuchungen an Holzbienen auf Sri Lanka waren die Beobachtungen von ANZENBERGER (1977, 1986) sehr aufschlußreich. Unter anderem konnte er das Territorialverhalten, die Partnersuche und das Kopulationsverhalten von *Xylocopa (Mesotrichia) torrida* (Westwood) erstmals genau beschreiben. Funktionsmorphologisch höchst bemerkenswert ist bei diesen Bienen eine Sonderbildung des 2. Beinpaares ihrer Männchen. Mit dieser Sonderbildung wird eine enge Verzahnung der Partner während der Kopula in der Luft gesichert.

Folgenden Herren danke ich sehr herzlich für die großzügige Leihgabe und teilweise Überlassung von Material: Herrn Dr. G. ANZENBERGER (Psychologisches Institut der Universität Zürich), Herrn E. DILLER (Zoologische Staatssammlung München), Herrn Dr. J.-P. KOPELKE (Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg Frankfurt), Herrn Prof. Dr. R.-U. ROESLER (Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe). Frau S. FIECHTNER (Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart) danke ich sehr herzlich für die Anfertigung der REM-Fotos.

2. Untersuchungsgebiet

Meine Untersuchungen führte ich in der Zeit vom 20. 1.–4. 2. 1983 auf Sri Lanka durch. Bei dem Untersuchungsgelände handelt es sich um einen kleinen, etwas verwahrlosten Flugplatz bei Habaraduwa im Süden von Sri Lanka. Er liegt zwischen dem Meer und dem Koggala See. Das Rollfeld besteht aus einer etwa 2 km langen und 60 m breiten Asphaltpiste. Zu beiden Seiten befinden sich einige Zufahrtswege. Das Gelände zwischen den Wegen ist mit kurzem Gras bedeckt, dessen Länge von weidenden Büffeln reguliert wird. Zwischen dieser kurzen Grasdecke befinden sich sowohl größere Areale mit dünenartigem Charakter, als auch Sumpflöcher, die von Araceen umstanden sind. Von größter Bedeutung für die Holzbienen sind einzeln stehende Buschgruppen aus der Familie der Asclepiadaceen [*Calotropis gigantea* (L.)]. Sie flankieren die Rollbahn zu beiden Seiten. Sie dienen den Holzbienen sowohl als Nahrungspflanze (Nektar) als auch als Reviermarken. Das gesamte Gelände wird an seinen Längsseiten von etwa 30 m hohen Kokospalmen eingerahmt.

Bei den dort zur selben Zeit fliegenden Holzbienen-Arten handelt es sich um *Xylocopa (Platynopoda) tenuiscapa* (Westwood) und *Xylocopa (Ctenoxylocopa) fenestrata* (F.).

Das Verhältnis Weibchen zu Männchen betrug bei *P. tenuiscapa* etwa 20 : 1; bei *C. fenestrata* etwa 1 : 1. Inwieweit das extreme Zahlenverhältnis bei *P. tenuiscapa* jahreszeitlich bedingt ist, kann ich nicht beurteilen.

3. Revierverhalten von *Platynopoda tenuiscapa* ♂ (Westwood)

Männchen und Weibchen von *Platynopoda tenuiscapa* besuchen die farblich unauffälligen aber stark duftenden Blüten der genannten Asclepiadaceae. Die Holzbienen-Art *P. tenuiscapa* ist verantwortlich für die Bestäubung von *Calotropis gigantea*. Die Tiere sind kräftig genug, während des Blütenbesuches oder beim Verlassen der Blüte die Pollinien mit den Klemmkörpern von *Calotropis gigantea* mit herauszureißen und zur nächsten Blüte zu transportieren. Ihre Extremitäten sind oftmals dicht besetzt mit den Pollinien. Dagegen sah ich an den Extremitäten von *Ctenoxylopoda fenestata* nie derartige Pollensäcke. Anscheinend sind sie zu schwach und die Behaarung der Beine zu glatt, um die Pollinien aus ihren Verankerungen zu lösen. Die bevorzugte Flugzeit lag zu dieser Jahreszeit vormittags zwischen 9.00 und 11.00 Uhr (Sonnenaufgang etwa 6.30 Uhr). Nach nächtlichen heftigen Regenfällen war der Blütenbesuch auffällig stark.

Während die ♀♀ in scheinbar wahlloser Folge die einzelnen freistehenden Büsche nach geeigneten Blüten absuchen, zeigen die Männchen ein anderes Verhalten: Sie verbleiben in ihrem selbstgewählten Revier, dessen Begrenzungsecken von zwei oder drei Büschen gebildet wird, welche die optischen Marken darstellen. Exponierte Punkte von *Calotropis* in Form von stärker herausragenden Zweigen, werden von ♂♂ in regelmäßiger Folge angeflogen, unterbrochen von nur kurz dauernden Nahrungsaufnahmen an den Blüten. Der Flug beschreibt eine Dreiecksbahn oder eine einfache Bahn zwischen zwei Punkten, also einen Pendelflug. Die Flughöhe wird von der Höhe der Markierungspunkte bestimmt. Sie liegt in der Regel bei etwa 3 m. Die Begrenzungspunkte eines Reviers besitzen einen Abstand von etwa 10–15 m. Diese Punkte werden geradlinig angeflogen. Die Fluggeschwindigkeit ist auffällig langsam. Es handelt sich um einen Patroullien-Flug.

Dieses Verhalten ändert sich, sobald ein fremdes Flugobjekt der eigenen Größe und Farbe gleich in das Revier einfliegt. Die ♂♂ schießen auf das Objekt zu, wobei es in jedem Fall zu einem Körperkontakt, einem Anrempeln, kommt. Handelt es sich um ein Exemplar der etwas kleineren Holzbienen-Art *Ctenoxylocopa fenestrata*, so wird der Eindringling unabhängig vom Geschlecht zwar berührt, kann aber gleich darauf weiterfliegen. Der Patroullien-Flug wird fortgesetzt. Handelt es sich aber um ein artgleiches ♂, so kommt es in der Luft zu einem Kampf. Dabei klammern sich die Kontrahenten so aneinander, daß sie fast zu Boden stürzen. Kurz vor Erreichen des Erdreichs lösen sie die Umklammerung und der Eindringling verläßt das fremde Revier. Daß es sich dabei um den Eindringling handelt, der das Revier verläßt, habe ich daraus geschlossen, daß das zurückbleibende Tier anschließend exakt dieselben Reviermarkierungspunkte anfliegt wie vor der kurzen Auseinandersetzung. Artgleiche ♀♀ werden zunächst wie die ♂♂ direkt angeflogen. Doch kommt es nicht zu der beschriebenen gegenseitigen Umklammerung, sondern das ♂ fliegt vor das ♀, wendet, und in einem Abstand von etwa 10 cm fliegt es rückwärts vor dem ♀. Beide Tiere fliegen so Gesicht zu Gesicht mehrere Sekunden. Erst nach diesem Blickkontakt stürzt sich das ♂ auf das ♀ und reitet auf. Die Kopula findet in der Luft in einer Höhe von etwa 4 m statt, wobei die Flugbahn steigend ist. Nach der

Kopula trennen sich die Partner und das ♀ fliegt in weiten Spiralkurven zur Erde, oftmals verfolgt vom ♂. Nach kurzem Aufenthalt auf dem Boden oder einem Ast eines Busches setzt das ♀ seine Nahrungssuche fort.

4. Konvergenter Paarungsflug: *Platynopoda – Mesotrichia*

Um die Kopulationshaltung von *Platynopoda tenuiscapa* genauer studieren zu können, befestigte ich in Anlehnung an die Methode von ANZENBERGER (1977) am ♀ zwischen Meso- und Metasoma einen etwa 5 m langen, dünnen Seidenfaden. Das so angebundene ♀ ließ ich dann in das Revier eines ♂ fliegen. Wie zu erwarten, stürzte sich das Männchen auf das Weibchen, um nach kurzem „Betrachtungsflug" mit dem ♀ zu kopulieren. Zu diesem Zeitpunkt ist es manchmal möglich, das Paar an dem Seidenfaden in Augenhöhe herunter zu ziehen, ohne daß sich die Partner wesentlich gestört fühlen. So kann man die Kopulationshaltung in vivo studieren.

ANZENBERGER (1977) beschreibt für die ♂♂ von *Xylocopa (Mesotrichia) torrida* (Westwood) einen Klammerapparat: Der Femur des zweiten Beinpaares ist bei ihnen derart umgebildet, daß er einen langen Dorn aufweist, dessen Ende nach vorn zeigt. Ferner sind die Tarsen des zweiten Beinpaares, insbesondere der Metatarsus, verlängert. Dieser weist lateral eine Behaarung auf, die in ihrer Gesamtform, ihrem Umriß, der ovalen Form des Komplexauges des ♀ weitgehend entspricht. Zur Kopula greift das ♂ mit seinem zweiten Beinpaar von oben über die Flügelwurzeln des ♀ hinüber und legt seine langbehaarten Metatarsen auf die Komplexaugen des ♀. Durch das Anpressen der Metatarsen auf die Augen des ♀ drücken automatisch die Femora-Dornen des ♂ seitlich und von unten gegen die Flügelbasen des ♀. Dadurch werden die Körper regelrecht miteinander verzahnt. Einen dritten Verzahnungspunkt bilden natürlich die ineinander verhakten Geschlechtsteile. In dieser Lage ist das ♀ während der Kopula optisch behindert und seine Flügel sind starr ausgebreitet. Es vollführt einen blinden Gleitflug. Demgegenüber führt das ♂ die Flugmanöver für beide Partner aus. Dabei ist das erste Beinpaar eng an den Körper gezogen. Mit dem 3. Beinpaar wird der Hinterleib des ♀ umfaßt (Abb. 1, Taf. 7,

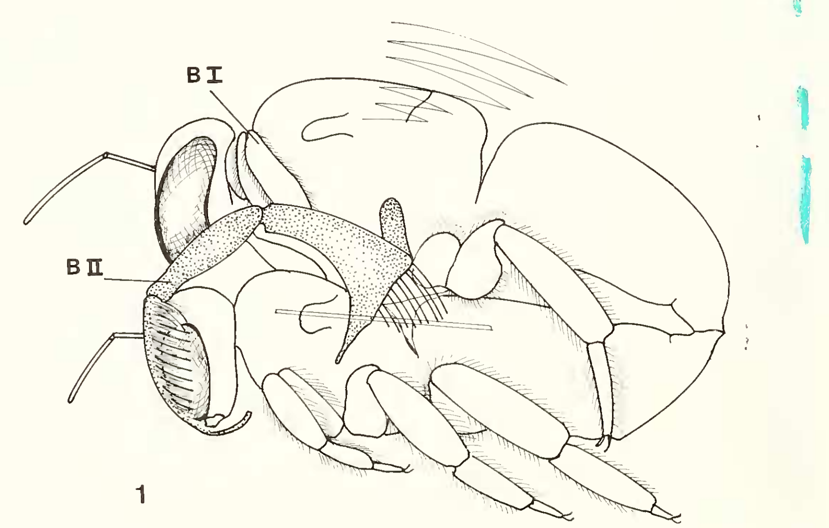


Abb. 1. Paarungsflug von *Mesotrichia torrida*. Das 1. Beinpaar (BI) des ♂ ist eng an den Körper gezogen. Die Flügel des ♀ sind starr abgespreizt. (Umgezeichnet nach ANZENBERGER 1977.)

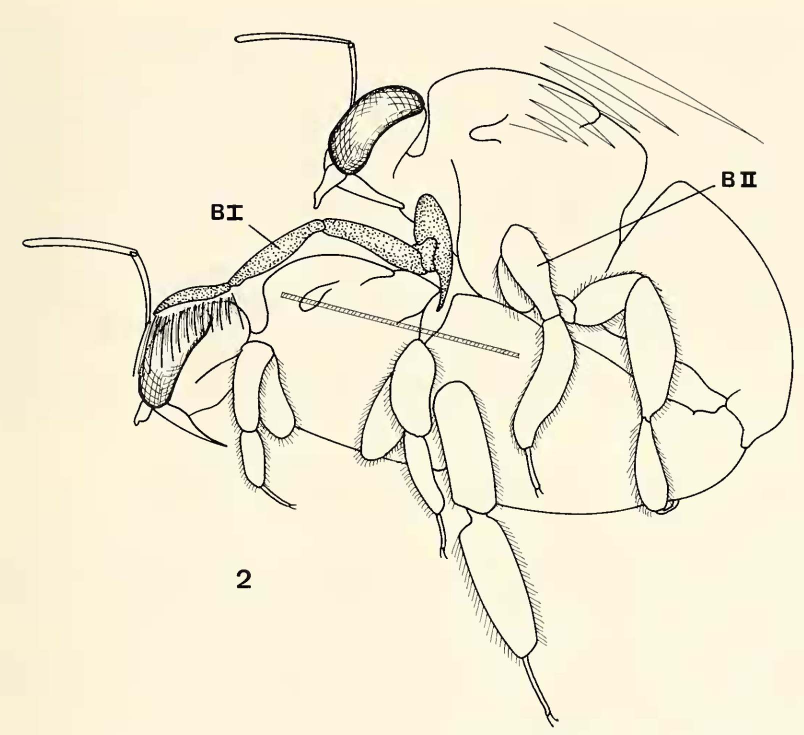


Abb. 2. Paarungsflug von *Platynopoda tenuiscapa*. Das 1. Beinpaar (BI) des ♂ bedeckt die Augen des ♀. Die Flügel des ♀ sind starr abgespreizt.

Fig. 1–3). In jüngster Zeit haben O'Neill & Bjostad (1987) auf eine interessante Klammerstruktur der Hinterbeine bei *Nomia nevadensis bakeri* Cockerell (Halticidae) hingewiesen.

In ihrer Kopulationshaltung zeigen *Mesotrichia torrida* und *Platynopoda tenuiscapa* eine gewisse Ähnlichkeit. Diese beruht aber auf einer bemerkenswerten Form von Konvergenz. Auch hier versucht das ♂ von *P. tenuiscapa* mit Hilfe von Klammervorrichtungen seinen Körper mit dem des ♀ eng zu verzahnen. Darüber hinaus soll dessen Sehtüchtigkeit gemindert und die Teilnahme am aktiven Flug weitgehend verhindert werden. Nur wird dieses Ergebnis mit unterschiedlichen Mitteln erreicht.

Im Gegensatz zu *M. torrida* dient dem ♂ von *P. tenuiscapa* das erste, stark verlängerte Beinpaar zur Verankerung mit dem ♀. In diesem Fall ist es die Coxa, die eine starke Umbildung erfahren hat. Sie besitzt einen langen Fortsatz, vergleichbar dem Femur-Dorn von *M. torrida*. Dieser Fortsatz wird aber während der Kopula nicht unter die Flügelbasis des ♀ geklemmt, sondern greift unter den hinteren Rand seines Scutellums. Das Scutellum ist dementsprechend konkav, spitzkantig (Abb. 2, 4).

Zur Bedeckung der Komplexaugen des ♀ hat der Metatarsus der ♂♂ wie bei *M. torrida* ebenfalls eine Umgestaltung erfahren. Nur ist in diesem Fall die Spezialisation des Metatarsus sowohl als Abdeckplatte für die Augen des ♀ als auch als Haftapparat für das ♂ an dem ♀ erheblich weiter fortgeschritten. Der Metatarsus ist stark abgeflacht, etwas konkav und weist dabei eine leichte S-Form auf. Sowohl seine konkave Höhlung als auch seine schwache S-Form passen mit der Gestalt des weiblichen Komplexauges sehr genau überein. Spezifische Borstenfelder mit unterschied-

lich ausgestalteten Einzelborsten auf der Innenseite des Metatarsus verhindern ein Verrutschen des ersten Beinpaares auf der gewölbten Augenoberfläche. Die kurzen, gefiederten Borsten setzen sich auf den Innenseiten der folgenden 5 Tarsi fort. Am Außenrand des Metatarsus entspringen sehr lange, engstehende Haare. Sie bedecken zusätzlich die Komplexaugen des ♀, so daß seine optische Orientierung während der Kopula unmöglich ist (Taf. 2, Fig. 1–3; Taf. 4, Fig. 2, 3; Taf. 5, Fig. 1).

Eine spezielle morphologische Struktur zur Hemmung der Flügelbewegungen des ♀ fehlt dem ♂ von *P. tenuiscapa.* Dennoch hält das ♀ während der Kopula seine Flügel bewegungslos starr vom Körper abgespreizt. Auch diese ♀♀ verrichten einen blinden Gleitflug; nur das ♂ bestimmt Art und Weise des Fluges während der Paarung. Ich erkläre mir die passive Haltung des ♀ durch dessen momentane völlige Blindheit, die ein eigenes Fliegen ohne optische Orientierung verhindert.

Ähnlich wie bei *M. torrida* erfolgt die Verklammerung mit dem Weibchen an 3 Punkten:

1. im Genitalbereich,
2. zwischen Coxa und Scutellum *(M. torrida*: Femur, Flügelbasis),
3. zwischen Metatarsus und Komplexauge.

Diese Klammerstellung wird bei *P. tenuiscapa* funktionsmorphologisch stark unterstützt durch eine Zangenwirkung, die beim ersten Beinpaar des ♂ zwischen Coxa und Trochanter auftritt: Hat das ♂ den Dorn der Coxa hinter den Scutellum-Rand geklemmt und greift mit diesem langen ersten Beinpaar weit nach vorn über das Auge des ♀, so streckt sich auch die Basis des Beines und der Coxa-Dorn bewegt sich automatisch auf den Trochanter zu. Damit wird der Scutellum-Rand fest zwischen Coxa und Trochanter (+ Femur) eingeklemmt (Abb. 4, Taf. 6, Fig. 1–3).

Zur Unterstützung der Festigkeit zwischen den beiden Partnern während der Kopula umgreifen die Männchen von *M. torrida* den Hinterleib ihres Weibchens mit dem 3. Beinpaar, die von *P. tenuiscapa* mit dem 2. und 3. Beinpaar (Abb. 1, 2).

5. Ruhehaltung der Männchen

Daß das erste Beinpaar des ♂ von *P. tenuiscapa* primär als Klammerorgan und Sichtblende für das ♀ während der Kopula fungiert, wird bei der Ruhehaltung, oder dem Wache-Sitzen auf einem Zweig, deutlich. Dabei wird das erste Beinpaar eng an den Körper gepreßt. Nur das 2. und 3. Beinpaar umklammern den Zweig. In gewisser Weise wird die Greiffunktion des ersten Beinpaares von einem Teil der Mundwerkzeuge, den Galeae, übernommen. Mit ihnen werden dünne Ästchen umfaßt und gegen die Brust auf die Basen des ersten Beinpaares geklemmt. In dieser Stellung weisen dessen Coxa-Dornen leicht nach vorn und unterstützen das Einklemmen des Ästchens (Abb. 5).

Die Schlafstellung mancher Apidae und Sphecidae an geeigneten Pflanzenstengeln wird – wenn nicht ausschließlich so doch unterstützend – von den Mandibeln übernommen (Claude-Joseph 1929).

6. Diskussion

Vergleichende Untersuchungen an Museumsmaterial innerhalb der Gattung *Platynopoda* Westwood ergaben, daß nicht allein bei der Art *P. tenuiscapa* Verbreiterungen der Metatarsi bei den ♂♂ auftreten. Auch *P. perforator* Smith besitzt einen etwas verbreiterten, kaum S-förmig geschwungenen Metatarsus. Seine Innenseite ist

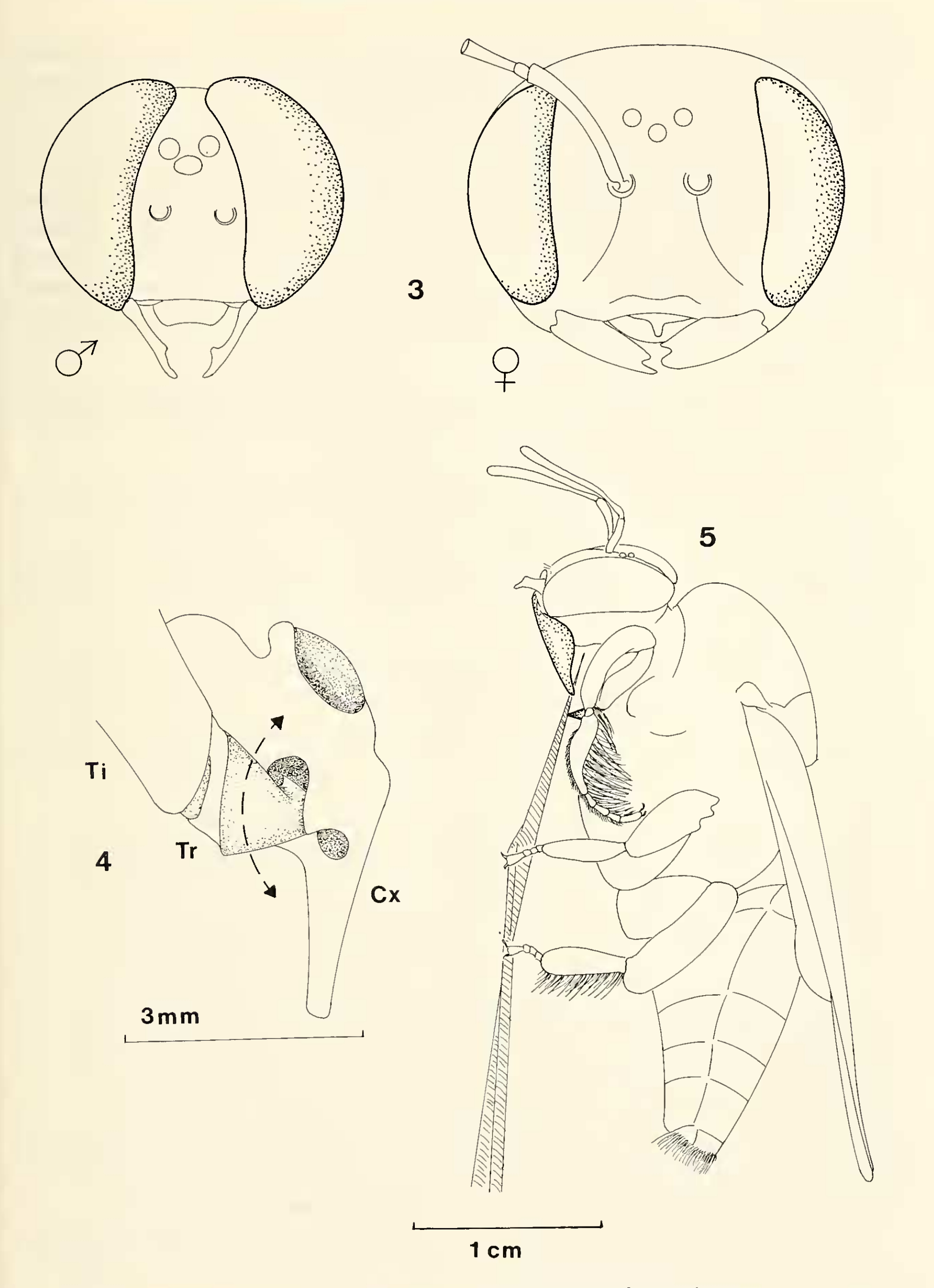


Abb. 3. Geschlechtsspezifische Augengrößen bei *Platynopoda tenuiscapa*.

Abb. 4. Bewegung der Coxa (Cx) gegen Trochanter (Tr) und Tibia (Ti) bei *Platynopoda tenuiscapa* ♂.

Abb. 5. Ansitz von *Platynopoda tenuiscapa* ♂. Dabei wird der Halm zwischen Galea und Coxal-Dorn eingeklemmt.

nur schwach konkav und gleichmäßig behaart. Ein Borstenband auf den Tarsen-Innenseiten ist vorhanden. Die Außenkante des Metatarsus ist dicht und lang behaart. Die Coxa-Dornen sind auffällig lang und löffelförmig (Taf. 1, Fig. 1–3; Taf. 4, Fig. 1; Taf. 5, Fig. 2).

Der Metatarsus von *P. latipes* (Drury) ist extrem verbreitert, stark S-förmig und gewölbt. Die breite Metatarsal-Platte entspricht in Umfang und Form fast vollständig der Augenform des ♀. Sie ist weder auf der Innen- noch auf der Außenseite stark behaart oder beborstet. Die beiden Seiten sind so dünn und liegen so eng aufeinander, daß der Metatarsus in diesem Bereich lichtdurchlässig, ja sogar schwach durchsichtig ist. Er bildet eine Art Fenster. Die Länge der Coxal-Dornen entspricht der von *P. tenuiscapa*. Ihre Enden laufen spitz zu (Taf. 3, Fig. 1–3; Taf. 5, Fig. 3; Taf. 6, Fig. 1–3).

Obgleich mir Freilandbeobachtungen nur für *P. tenuiscapa* vorliegen, gehe ich aufgrund der morphologischen Übereinstimmung davon aus, daß die beiden anderen Arten ein sehr ähnliches Kopulationsverhalten zeigen.

Wollte man eine Reihe der Metatarsal-Entwicklung aufstellen, die der Anpassung an die Augenform der ♀♀ entspricht, so müßte sie so verlaufen: *P. perforator*, *P. tenuiscapa*, *P. latipes*. Diese Reihenfolge scheint mit der geographischen Verbreitung (Orientalische Region) korreliert zu sein: Während die ursprüngliche *P. perforator* mehr im Norden vorkommt (Indien bis Sri Lanka) hat *P. latipes* ihr Hauptverbreitungsgebiet im Süden (Sumatra, Java).

Die relativ ursprüngliche Metatarsal-Abflachung bei *P. perforator* wird während der Kopula weniger Halt auf den Augenflächen der ♀♀ bewirken, als etwa bei *P. tenuiscapa*. Ausgeglichen wird diese Unsicherheit durch die löffelförmigen Coxal-Dornen, die einen festeren Halt hinter dem Scutellum-Rand gewährleisten (Taf. 5, Fig. 2).

Diese Untersuchungen werfen die Frage auf, welchen evolutions-biologischen Vorteil es für die Xylocopinen haben könnte, die Kopula in der Luft durchzuführen. Generell kann man bei ihnen zwei Kopulationsmodi unterscheiden: 1. im Flug, 2. am Boden oder auf einem Substrat. Bei der zweiten Modalität kann es zu Kopulationsversuchen in der Luft kommen, die aber höchst unbeholfen nach wenigen Sekunden auf dem Boden enden. Zu dieser Gruppe gehören nach Anzenberger (1977) *Afroxylocopa nigrita* (F.) und nach meinen eigenen Freilandbeobachtungen *Xylocopa violacea* (L.), *X. valga* Gerstaecker und *Ctenoxylocopa fenestrata* (F.). Eine Kopula während des Fluges beschreibt Anzenberger (1977) für *Mesotrichia torrida* (Westwood) und *M. flavo-rufa* (DeGeer).

Eigene Untersuchungen bestätigen diesen Kopulationsmodus für *Platynopoda tenuiscapa* und postulieren ihn für *P. perforator* und *P. latipes*. Hurd & Moure (1963) verweisen in diesem Zusammenhang auf die mögliche Verwandtschaft zwischen den Subgenera *Mesotrichia* Westwood und *Platynopoda* Westwood.

Die beiden in bezug auf ihr Kopulationsverhalten unterschiedlichen Gruppen zeigen auch ein unterschiedliches Revierverhalten: Bei Arten mit einer Kopula im Flug stimmen Reviermarkierung und Futterpflanze überein. Dieses Revier wird vom jeweiligen ♂ verteidigt. Anfliegende, Futter suchende ♀♀ werden optisch erkannt. Die ♂♂ besitzen wesentlich größere Augen als die ♀♀ (Abb. 3). Bei der anderen Gruppe (Kopula nicht im Flug) kommt es zu keiner scharf definierten Revierbildung vom ♂. Willkürlich gesetzte Duftmarkierungen (Mandibeldrüsen) auf einem Substrat (Blätter) dienen zur Anlockung der ♀♀. ♂♂ und ♀♀ besitzen etwa gleich

große Augen (ANZENBERGER 1977). Auf vergleichbare Unterschiede innerhalb der Hummeln (*Bombus*) hat SCHREMMER (1972) hingewiesen.

Am Boden kopulierende oder im Torkelflug abstürzende Paare sind sicherlich leichtere Beute für bestimmte Vogelarten als frei und geschickt in der Luft manövrierende. Die abgeleiteten Merkmale wie Vergrößerung der Augen, Umgestaltung der Coxen, Verbreiterung der Metatarsen, scheinen mir den evolutions-biologischen Vorteil für die entsprechenden Xylocopinen zu bringen, daß sie sich im heiklen Moment der Kopula vom Boden lösen können, um vor möglichen Beutegreifern sicher zu sein. Ein ungestörter Flug ist aber nur dann möglich, wenn die Partner eng miteinander verzahnt sind und es keine „Verständigungsschwierigkeiten" über Flughöhe, -richtung und -geschwindigkeit zwischen den Partnern gibt. Durch das Verdecken der Augen wird dem ♀ die Wahlmöglichkeit genommen. Dazu kommt noch bei einigen Arten eine Behinderung ihrer Flügelbewegung (nicht bei *Mesotrichia flavo-rufa*).

Die schwache Durchsichtigkeit des Metatarsus von *Platynopoda latipes* ist funktionsmorphologisch schwer zu deuten. Meine Überprüfungen, ob es sich hierbei eventuell um einen Polarisationsfilter handeln könnte, verliefen negativ. Für das menschliche Auge ist durch den Tarsus nur ein Hell-Dunkel-Sehen möglich. DRURY (in JARDINE 1840) hat kurioser Weise die verbreiterten Tarsen von *P. latipes* und *P. tenuiscapa* als Werkzeuge für den Nestbau gedeutet, mit deren Hilfe aber auch Nahrung herangeschafft werden könnte.

Tarsen-Verbreiterungen bei den ♂♂ können bei Xylocopinen und anderen Apidae vorkommen. Innerhalb der Megachilinae gibt es auch Arten [z.B. *Megachile lagopoda* (L.), *M. maritima* (Kirby) (Taf. 8, Fig. 1–3), *M. willughbiella* (Kirby)], deren ♂♂ auffällige Umgestaltungen des ersten Beinpaares besitzen, die sehr an die von *Platynopoda* erinnern. Ihre Augen-Abdeckplatte setzt sich aber aus den Tarsen 1, 2 und 3 zusammen. Tarsus 1, der Metatarsus, zeigt eine ganz spezifische Strukturierung: Auf seiner Innenseite befindet sich eine tiefe Rinne, in die nach meiner Auffassung der Fühler, genauer der Scapus der ♀♀ paßt. Diese Rille bildet eine zusätzliche Verankerung zwischen ♂♂ und ♀♀ während des möglichen Paarungsfluges. Genaue Untersuchungen des Paarungsverhaltens dieser Megachilinae scheinen bisher zu fehlen (Taf. 8, Fig. 1–3).

Demgegenüber gelangen WIRTZ et al. (1988) im Rahmen ihrer Untersuchungen an *Anthidium manicatum* L. fotografische Aufnahmen (unveröffentlicht) von der Paarung dieser Megachilinen. Die Paarung erfolgt auf dem Substrat (Blätter), nicht in der Luft. Dabei verdeckt das ♂ mit seinen Tarsen dem ♀ die Augen. Die Tarsen sind nicht auffällig verbreitert, besitzen aber im Gegensatz zum ♀ einen lateralen Borstenkamm. Einen ganz ähnlichen Paarungsmodus findet man bei *Megachile ericetorum* Lep., wie fotografische Aufnahmen ebenfalls von WIRTZ zeigen (unveröffentlicht). Auch hier erfolgt die Paarung auf dem Substrat (Boden). Die Tarsen des ♂ sind nicht auffällig verbreitert.

In diesem Zusammenhang muß auch auf die starke Umgestaltung der Vorderbeine einiger Spheciden-Männchen hingewiesen werden (*Lestica*, *Crabro*). Auch diese Strukturen scheinen zum Anklammern und zur optischen Behinderung des ♀ während der Kopula zu dienen. Genaue funktionsmorphologische Untersuchungen sind mir nicht bekannt.

7. Literatur

ALCOCK, J. & A. P. SMITH (1987): Hilltopping, leks and female choice in the Carpenter bee *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) varipunctata. – J. Zoll. Lond. **211** (1): 1–10; London.

ANZENBERGER, G. (1977): Ethological studies of African Carpenter bees of the genus *Xylocopa* (Hym., Anthophoridae). – Z. Tierpsychol. **44**: 337–374; Berlin & Hamburg.

– (1986): How do Carpenter bees recognize the entrance of their nest? An experimental investigation in a natural habitat. – Ethology **71**: 54–62; Berlin & Hamburg.

BARROWS, E. M. (1983): Male territoriality in the Carpenter bee *Xylocopa virginica virginica*. – Anim. Behav. **31** (3): 806–813; London.

BLOM, J. von der & H. H. W. VELTHUIS (1988): Social behavior of the carpenter bee *Xylocopa pubescens* (Spinola). – Ethology **79**: 281–294; Berlin & Hamburg.

CAMARGO, J. M. F. DE H. H. W. VELTHUIS (1979): On the behaviour of *Xylocopa* (*Megaxylocopa*) *frontalis* (Olivier) / Sobre o comportamento de *Xylocopa* (*Megaxylocopa*) *frontalis* (Olivier) (Hym., Anthophoridae) – Dusenia **11** (1): 35–39; Curitiba.

CAMILLO, E. & C. A. CAROFALO (1982): On the bionomics of *Xylocopa frontalis* (Olivier) and *Xylocopa grisescens* (Lepeletier) in southern Brasil. I. Nest construction and biological cycle. – Revta bras. Biol. **42** (3): 571–582; Rio de Janeiro.

CLAUDE-JOSEPH, F. (1929): Le repos nocturne chez quelques Hyménoptères du Chili. – Zool. Anz. **82**: 414–421; Leipzig.

GERLING, D., HURD, P. D. JR. A. HEFETZ, (1981): In-nest behaviour of the Carpenter bee *Xylocopa pubescens* Spinola (Hym., Anthophoridae). – J. Kans. ent. Soc. **54** (2): 209–218; Manhattan, Kans.

– (1983): Comparative behavioral biology of two Middle East species of Carpenter bees (*Xylocopa* Latreille) (Hym., Apoidea). – Smithson. Contr. Zool. **369**: 1–33; Washington.

HURD, P. D. Jr. & J. S. MOURE, (1963): A classification of the large Carpenter bees (Xylocopini) (Hym., Apiodea). – Univ. Calif. Publs. Ent. **29**: 1–365; Berkeley & Los Angeles.

JARDINE, W. (1840): Bees. – The Naturalist's Library, Entomology **4**: 1–301, 31 tab.; Edinburgh.

O'NEILL, K. M. & L. BJOSTAD (1987): The male mating strategy of the bee *Nomia nevadensis* (Hym., Halictidae): Leg structure and mate guarding. – Pan-Pacific Ent. **63** (3): 207–217; San Francisco.

SCHREMMER, F. (1972): Beobachtungen zum Paarungsverhalten der ♂♂ von *Bombus confusus* Schenk. – Z. Tierpsychol. **31**: 503–512; Berlin & Hamburg.

VELTHUIS, H. H. W. & D. GERLING (1980): Observations on territoriality and mating behaviour of the Carpenter bee *Xylocopa sulcatipes*. – Entomologia exp. appl. **28** (1): 82–91; Amsterdam.

– (1983): At the brink of sociality: interactions between adults of the Carpenter bee *Xylocopa pubescens* Spinola. – Behav. Ecol. Sociobiol. **12** (3): 209–214; Berlin, Heidelberg & New York.

VELTHUIS, H. H. W., WOLF,Y. & D. GERLING (1984): Provisioning and preparation of the brood cell in two Carpenter bees *Xylocopa sulcatipes* Maa and *Xylocopa pubescens* Spinola (Hym., Anthophoridae). – Isr. J. Entomol. **18**: 39–51; Rehovot.

WIRTZ, P., Szabados, M., PETHIG H. & J. PLANT (1988): An extreme case of interspecific territoriality: Male *Anthidium manicatum* (Hymenoptera, Megachilidae) wound and kill intruders. – Ethology **78**: 159–167; Berlin & Hamburg.

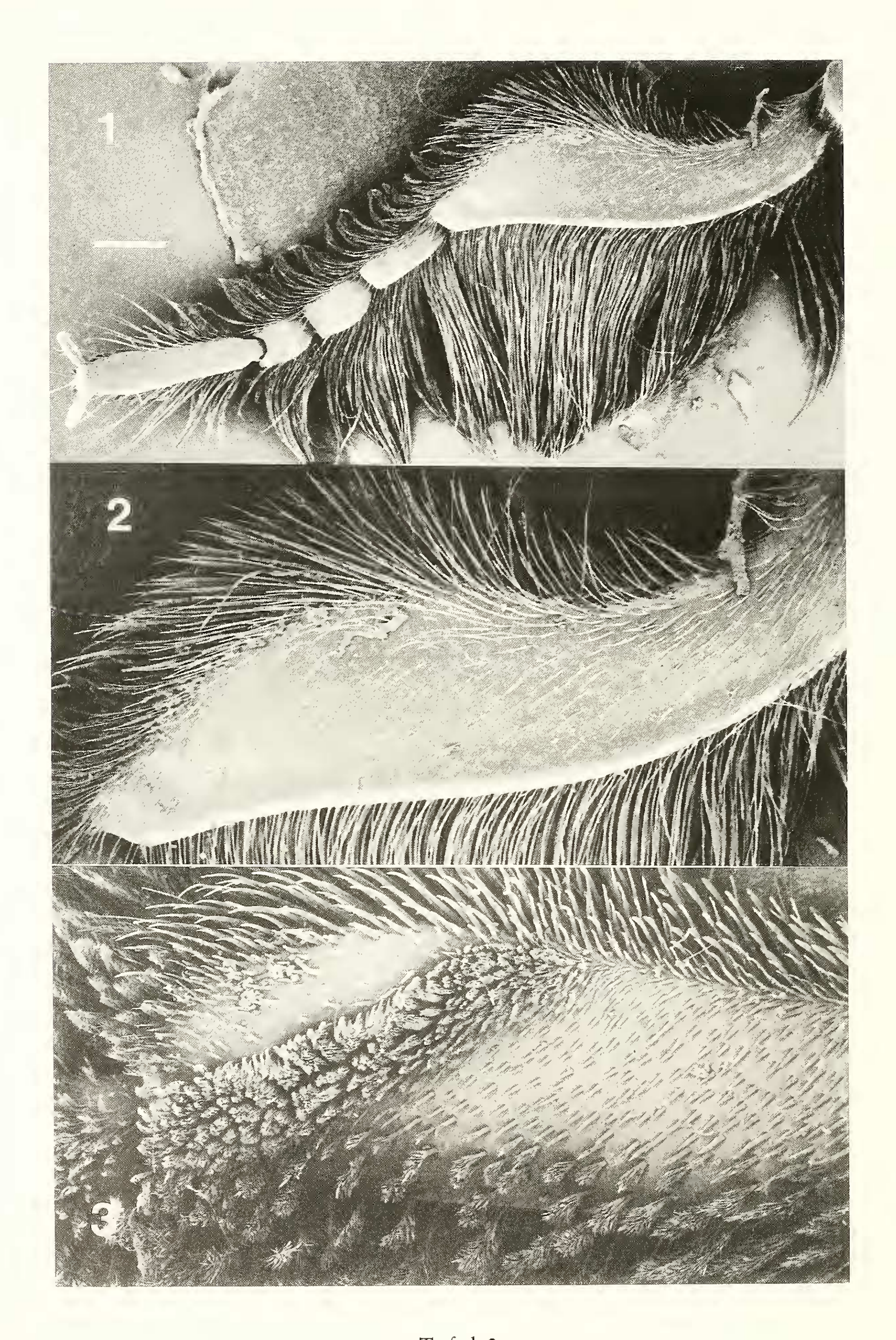
Anschrift des Verfassers:

Dr. TILL OSTEN, Staatliches Museum für Naturkunde (Museum am Löwentor), Rosenstein 1, D-7000 Stuttgart 1.



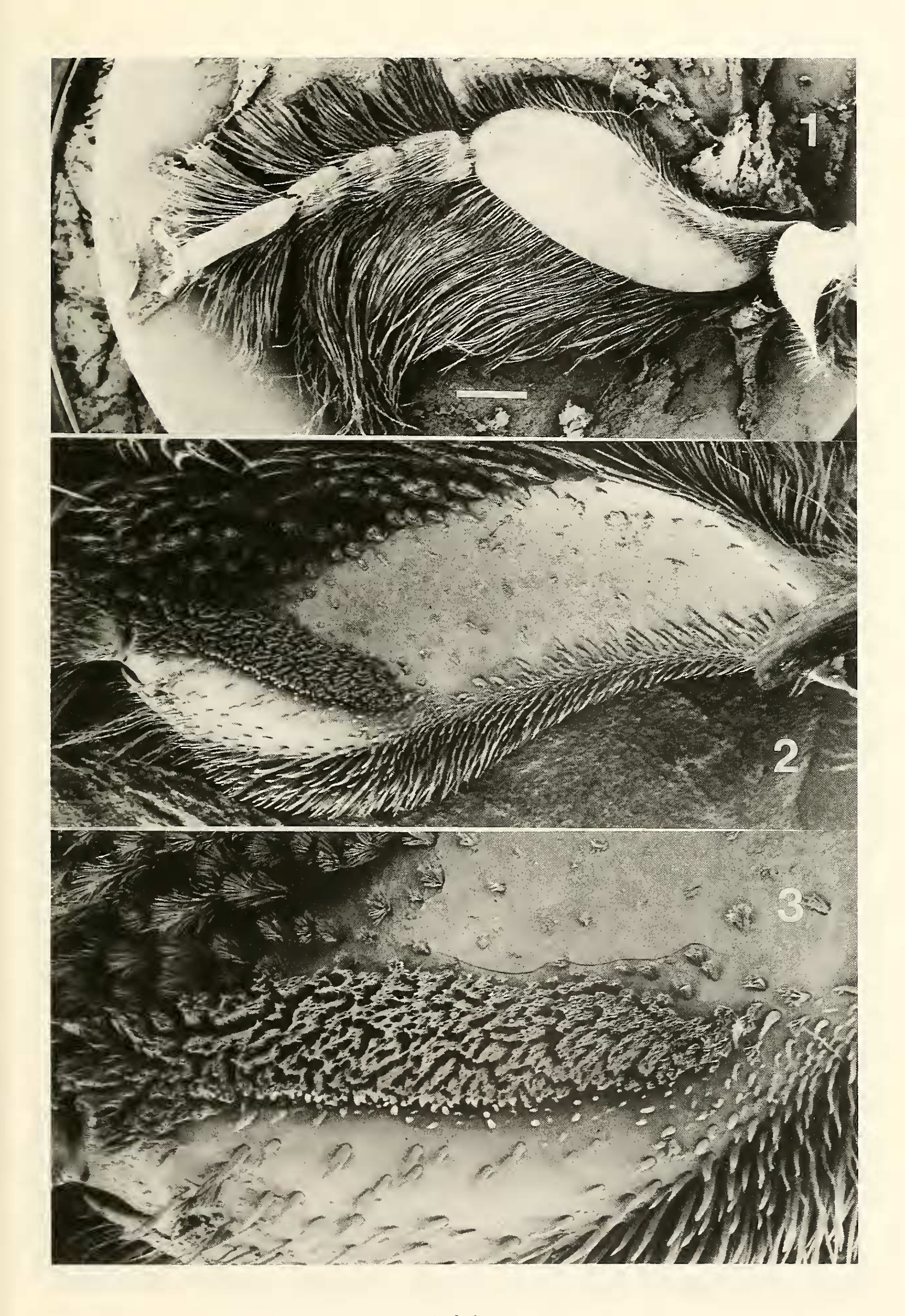
Tafel 1

Fig. 1–3. *Platynopoda perforator* ♂, linkes Vorderbein. – 1. Tarsenglieder von außen, – 2. Metatarsus, – 3. Tarsenglieder von innen. – Maßstab: 1 mm.



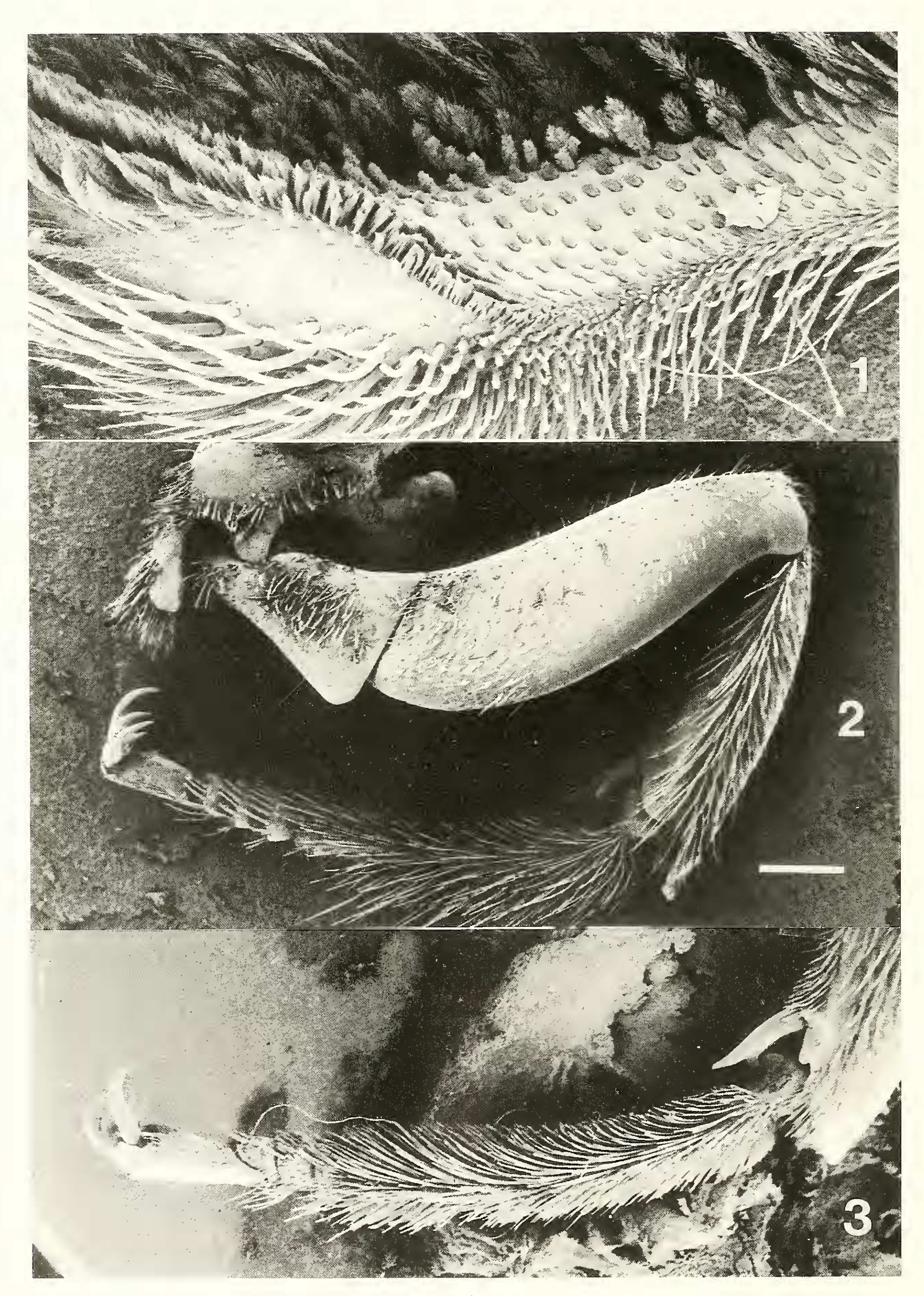
Tafel 2

Fig. 1–3. *Platynopoda tenuiscapa* ♂, linkes Vorderbein. – 1. Tarsenglieder von außen, – 2. Metatarsus von außen, – 3. Metatarsus von innen. – Maßstab: 1 mm.



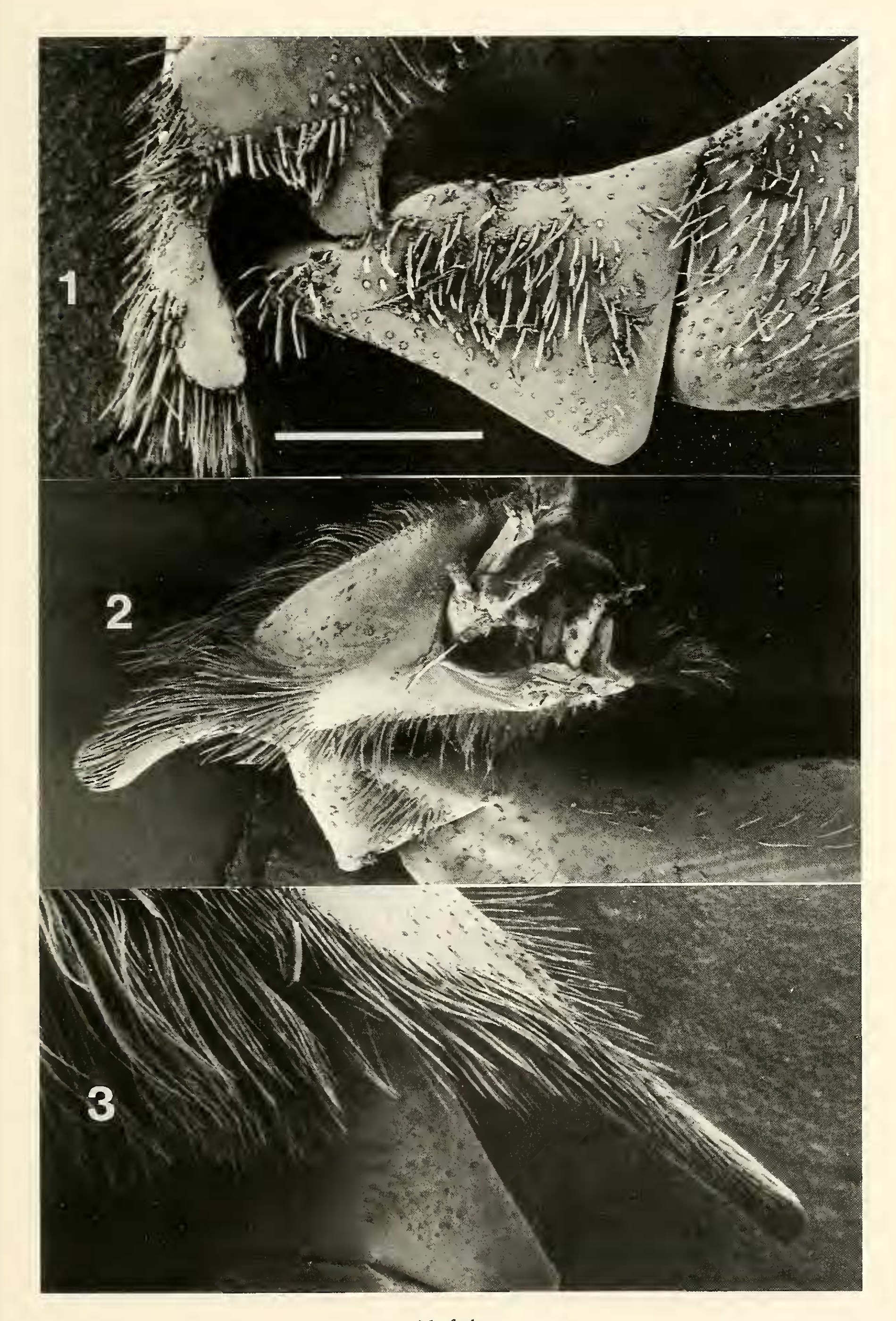
Tafel 3

Fig. 1–3. *Platynopoda latipes* ♂, linkes Vorderbein. – 1. Tarsenglieder von außen, – 2. rechtes Vorderbein, Metatarsus von innen; – 3. Ausschnitt. – Maßstab: 1 mm.



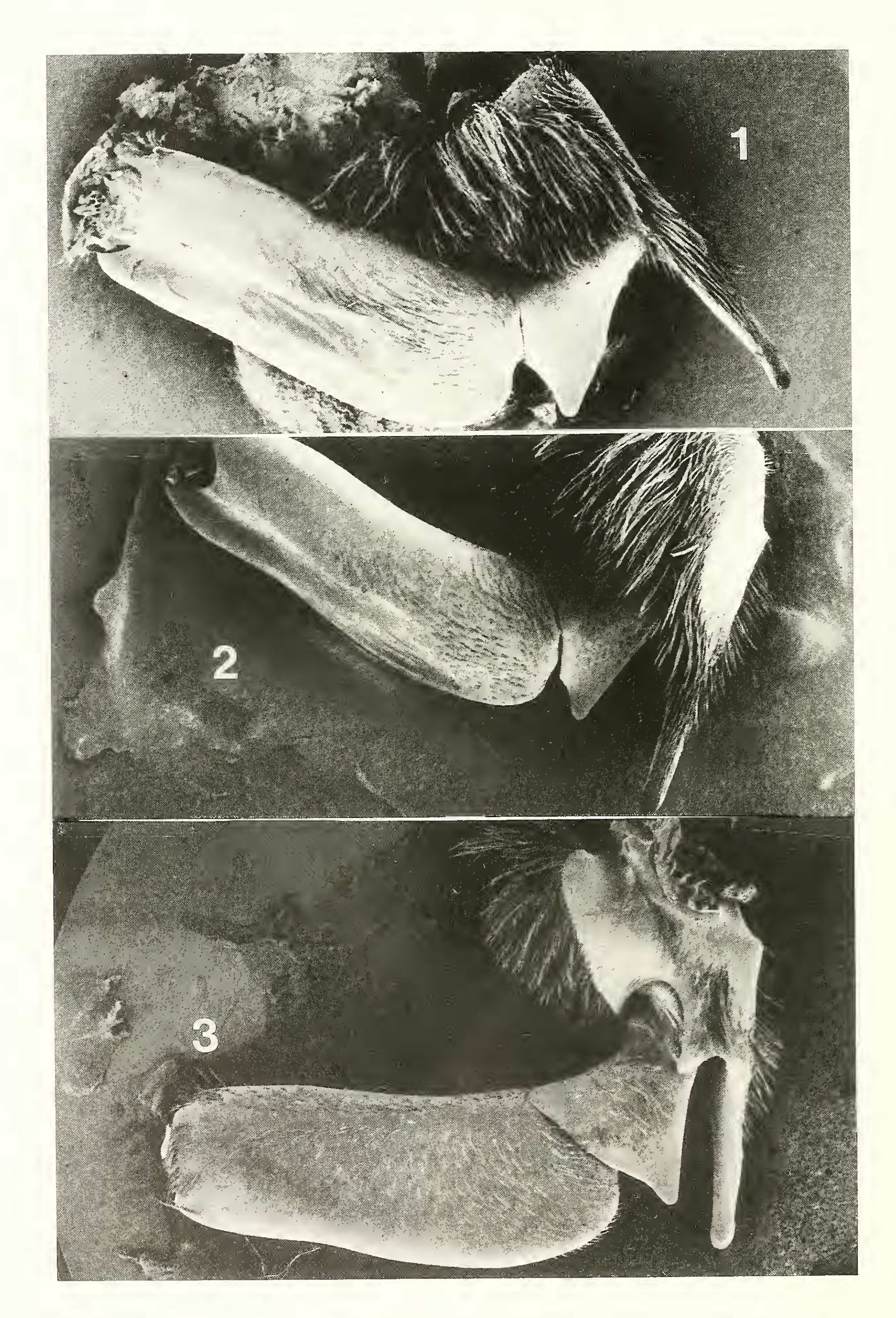
Tafel 4

Fig. 1–3. Unterschiedliche Gestaltung der Vorderbeine. – 1. *P. perforator* ♂, rechtes Vorderbein, Metatarsus von innen; – 2. *P. tenuiscapa* ♀, rechtes Vorderbein; – 3. Tarsenglieder. – Maßstab: 1 mm.



Tafel 5

Fig. 1–3. Vorderbein; Coxa–Trochanter. – 1. *P. tenuiscapa* ♀, – 2. *P. perforator* ♂, – 3. *P. latipes* ♂. – Maßstab: 1 mm.



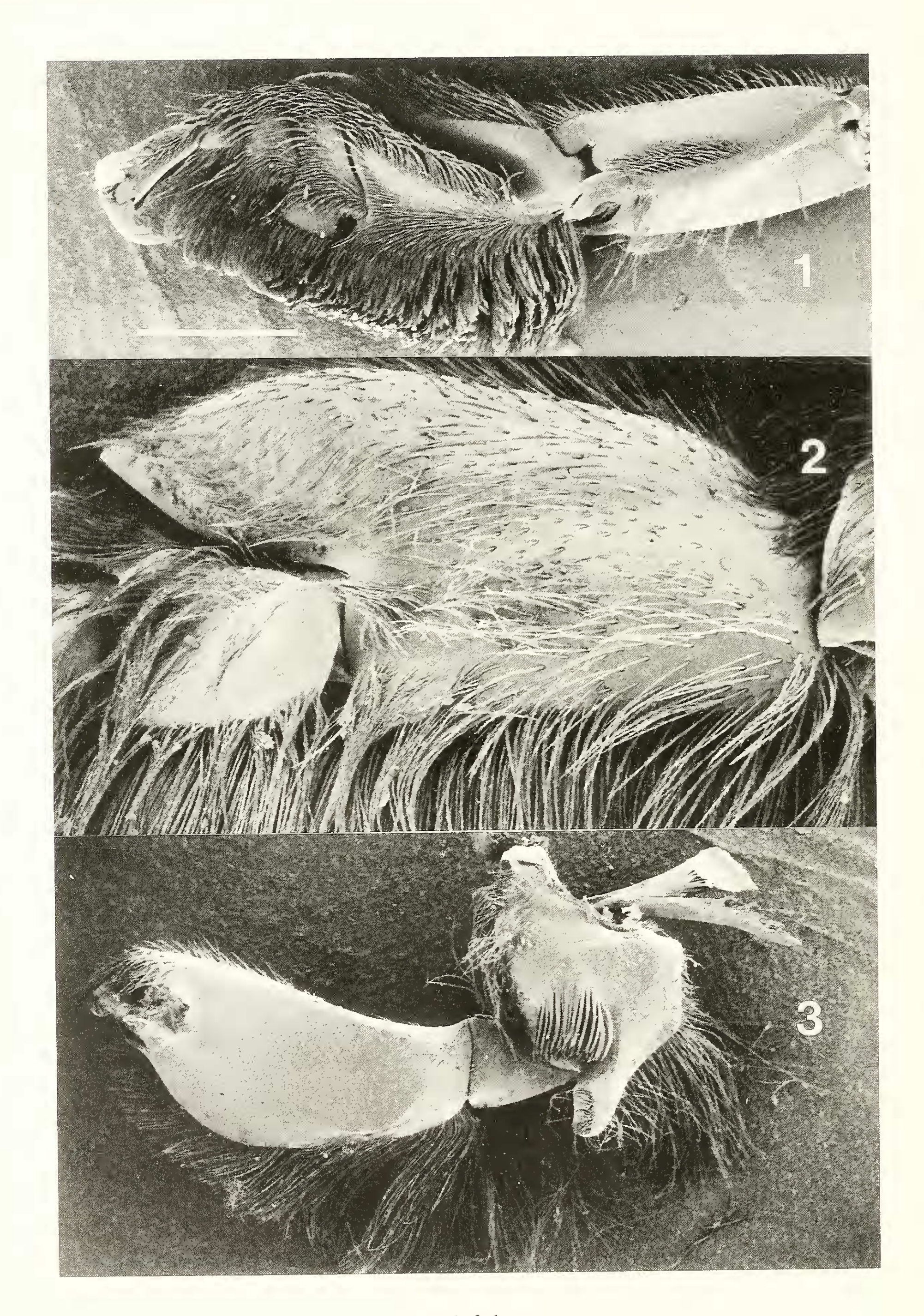
Tafel 6

Fig. 1–3. *P. latipes* ♂; Bewegung des Coxa-Dorns gegen Trochanter. – 1. Geöffnet (von außen), – 2. Halb geschlossen, – 3. Geschlossen (von innen).



Tafel 7

Fig. 1–3. *Mesotrichia torrida* ♂, mittleres Bein. – 1. Tarsenglieder von innen, – 2. Ausschnitt, – 3. Femur mit Dorn. – Maßstäbe: 1 mm.



Tafel 8

Fig. 1–3. *Megachile maritima* ♂. – 1. Tibia und Tarsenglieder von innen, – 2. Metatarsus von außen, – 3. Coxa, Trochanter, Femur von innen. – Maßstab: 1 mm.